

Method and apparatus for the production of foamed metal parts

Publication number: AT406558 (B)

Publication date: 2000-06-26

Inventor(s): SCHOERGHUBER FRANZ DIPL ING [AT]

Applicant(s): ILLICHMANN GMBH LEICHTMETALLGU [AT]

Classification:


- **International:** **B22F3/11; B22F3/11;** (IPC1-7): B22F3/11

- **European:**

Application number: AT19980000901 19980527

Priority number(s): AT19980000901 19980527

Also published as:

 AT90198 (A)

Abstract of **AT 406558 (B)**

The invention relates to a method and an apparatus for the production of foamed metal parts by powder metallurgy. In this method, a powder composed of a matrix metal is mixed with a powdered foaming agent and the mixture is then compacted, further compressed by extrusion, rolling or the like, and moulded to give a correspondingly shaped semi-finished product 4 which, finally, is heated to the melting temperature of the matrix metal, in particular in a mould 1a, 1b, causing the foaming agent to dissociate and giving a foamed product. To heat the semi-finished product in the mould 1a, 1b, use is made of a source 5, 6 of infrared radiation, and the mould 1a, 1b is composed of a material which is highly permeable to this radiation.; Once the source 5, 6 of radiation has been activated, the semi-finished product 4 has been heated to the melting temperature of the matrix metal and the semi-finished product has foamed, the radiant energy supply is reduced or interrupted after a defined period of time, allowing the metal foam to solidify through heat dissipation.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 406 558 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 901/98
(22) Anmeldetag: 27.05.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1999
(45) Ausgabetag: 26.06.2000

(51) Int. Cl.⁷: **B22F 3/11**

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19717894A1

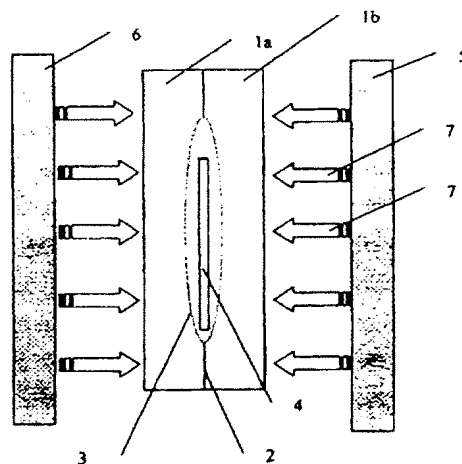
(73) Patentinhaber:
ILLICHMANN GMBH LEICHTMETALLGUSS-
KOKILLENBAU-WERK
A-4813 ALTMÜNSTER, OBERÖSTERREICH
(AT).

(72) Erfinder:
SCHÖRGHUBER FRANZ DIPL.ING.
GMUNDEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN VON METALLSCHAUMTEILEN

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach dem pulvermetallurgischem Verfahren, gemäß welchem ein Pulver eines Matrixmetalls mit einem Treibmittelpulver gemischt, anschließend kompaktiert und durch Strangpressen, Walzen od. dgl. weiter verdichtet und zu einem entsprechend profiliertem Halbzeug umgeformt wird, welches Halbzeug (4) schließlich, insbes. in einer Form (1a, 1b), durch Erwärmen des Halbzeuges auf die Schmelztemperatur des Matrixmetalles und Dissoziation des Treibmittels zum Aufschäumen gebracht wird, wobei zum Erwärmen des Halbzeuges in der Form (1a, 1b) eine Strahlungsquelle (5, 6) für Infrarot-Strahlung vorgesehen ist und die Form (1a, 1b) aus einem Material besteht, welches für die Strahlung der Strahlungsquelle (5, 6) gut durchlässig ist wobei nach Aktivieren der Strahlungsquelle (5, 6) und Erhitzen des Halbzeuges (4) auf die Schmelztemperatur des Matrixmetalles und Aufschäumen des Halbzeuges nach einer definierten Zeitspanne die weitere Energiezufuhr durch Strahlung verringert bzw. unterbrochen wird, so daß der Metallschaum durch Wärmeabfuhr erstarrt.

FIG. 1



AT 406 558 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach dem pulver-metallurgischem Verfahren, gemäß welchem ein Pulver eines Matrixmetalls, z.B. Aluminium mit einem Treibmittelpulver, z.B. Titanhydrid gemischt und anschließend, zum Beispiel durch kalt- isostatisches Pressen (CIPen), kompaktiert und durch
 5 Strangpressen, Walzen od. dgl. weiter verdichtet und zu einem vorzugsweise dünnwandigen, flächigen oder rohrförmigen Halbzeug umgeformt wird, welches Halbzeug schließlich, insbes. in einer Form, durch Erwärmen des Halbzeuges auf die Schmelztemperatur des Matrixmetalles und Dissoziation des Treibmittels zum Aufschäumen gebracht wird.

Bei bekannten Verfahren dieser Art wird das Halbzeug in Kokillen aus Grauguß oder Stahl
 10 eingelegt, worauf die Kokille in einem Ofen auf eine Temperatur aufgeheizt wird, die deutlich über der Schmelztemperatur des Matrixmetalles liegt. Um eine ausreichende Produktivität des Prozesses zu erzielen, muß die Aufheizung einerseits sehr rasch, d. h. innerhalb weniger Minuten erfolgen. Auf der anderen Seite ist eine sehr gleichmäßige Erwärmung der Kokille erforderlich, da sonst einzelne Bereiche des Halbzeuges noch nicht zum Aufschmelzen und damit zum
 15 Aufschäumen gekommen sind, während andere Bereiche überhitzt worden sind und die Schaumzellen in diesen Bereiche ganz oder teilweise kollabieren. Es ist notwendig, die Kokille mit einer Abweichung von wenigen ° C in sehr kurzer Zeit auf rund 800 ° C und mehr aufzuheizen, was besonders bei großen Kokillenabmessungen extrem schwierig ist. Ein weiteres Problem ist, daß die Kokillen um eine entsprechende Standzeit zu erzielen relativ massiv ausgeführt werden
 20 müssen. Dies bedeutet aber, daß relativ große Massen in sehr kurzer Zeit aufgeheizt und anschließend wieder sehr schnell abgekühlt werden müssen, damit der Metallschaum erstarren kann und es nicht zum Kollabieren des Schaums kommt. Dementsprechend ist der energetische Wirkungsgrad des Prozesses sehr gering und die thermische Belastung der Kokillen hoch.

Ein weiteres Problem ist, daß es unter diesen Voraussetzungen sehr schwierig ist, eine
 25 industrielle Produktion mit hohem Qualitätsanspruch, hoher Ausbeute und akzeptablem energetischen Wirkungsgrad durchzuführen.

Diese Probleme werden erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Halbzeug in eine Form eingebracht wird, die zumindest teilweise aus einem Material besteht, welches für kurzzeitige
 30 elektromagnetische Wellen, insbes. Infrarot-Strahlung nahe dem sichtbaren Bereich gut durchlässig ist, worauf die das Halbzeug enthaltende Form im Strahlungsbereich einer Strahlungsquelle angeordnet und so positioniert wird, daß sich das Halbzeug im wesentlichen in dem Bereich der Form befindet, in welchem diese für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässig ist, daß in einem weiteren Verfahrensschritt die Strahlungsquelle aktiviert und das Halbzeuges auf
 35 Schmelztemperatur des Matrixmetalles erhitzt und das Halbzeug aufgeschäumt wird, daß nach einer definierten Zeitspanne die weitere Energiezufuhr zur Strahlungsquelle verringert bzw. unterbrochen wird und daß der Metallschaum durch Wärmeabfuhr, insbes. an die Form und über Abstrahlung durch die Infrarot-durchlässige Form abgekühlt wird und nach dem Erstarren der Schaumteil der Form entnommen wird. In der DE 197 17 894 ist eine Variante zur Herstellung von pulvermetallurgischem Halbzeug beschrieben worden, bei welchem bereits in einem ersten
 40 Kompaktierungsschritt schäumfähiges Halbzeug hergestellt wird, dies allerdings unter Anwendung von wesentlich höheren Drücken. Im Rahmen der Erfindung kann auch ein nach diesem Verfahren hergestelltes Halbzeug eingesetzt werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und aus der Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele sowie unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Die Figur
 45 1 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform der Erfindung, die Figur 2 veranschaulicht ebenfalls schematisch ein anderes Ausführungsbeispiel.

In Fig. 1 ist mit 1a und 1b eine zweiteilige Form bezeichnet, deren beide Formhälften längs der Ebene 2 zusammengefügt sind. Mit 3 ist die in die Form eingearbeitete Kavität bezeichnet, die in bekannter Weise die Gestalt des Fertigteiles bestimmt, der gemäß dem vorliegenden Beispiel als
 50 Kreisscheibe mit elliptischem Querschnitt ausgebildet ist. In die Formkavität 3 ist eine planparallele Scheibe 4 aus Halbzeug eingelegt. Dieses Halbzeug ist in an sich bekannter Weise pulvermetallurgisch hergestellt. Ausgangsprodukte bei der Herstellung eines solchen Halbzeuges ist Pulver aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, das mit einem Treibmittelpulver, z. B. Titanhydrid-Pulver gemischt wird. Anschließend wird das Pulvergemisch zum Beispiel durch kalt-
 55 isostatisches Pressen kompaktiert und dann durch Strangpressen oder Walzen in die Form eines Bleches gebracht aus welchem schließlich die Halbzeugscheibe ausgestanzt wird. Die beiden Formhälften 1a und 1b sind aus hitzebeständigem und schockfestem Glas hergestellt und zumindest an den Begrenzungsflächen der Kavität 3 beispielsweise mit Bor-Nitrid beschichtet, um

eine Schädigung der Glasoberfläche durch die chemisch außerordentlich aggressive Metallschmelze zu vermeiden. Den beiden Formhälften 1a und 1b liegen Infra-Rot-Strahler 5 und 6 unmittelbar gegenüber. Die bei Einschaltung der Strahler von diesen ausgehende intensive Infra-Rot-Strahlung (in der Zeichnung schematisch durch die Pfeile 7 angedeutet) durchdringt die aus Glas hergestellten Formhälften und heizt die Halbzeugscheibe 4 in kurzer Zeit auf, bis das Halbzeug aufschmilzt. Gleichzeitig kommt es zur Dissoziation des in das Halbzeuges eingelagerten Treibmittels, wobei Wasserstoff freigesetzt wird, der die Metallschmelze zum Aufschäumen bringt. Der flüssige Metallschaum füllt die Formkavität 4 und erstarrt unter Bildung einer Gußhaut an der Formoberfläche, da diese eine deutlich niedrigere Temperatur aufweist. Sobald das Halbzeug zum Aufschäumen gekommen ist wird die Energiezufuhr zu den Strahlern 5 und 6 unterbrochen oder reduziert oder es wird die Form aus dem Strahlungsbereich der beiden Strahler 5 und 6 gebracht. Der in der Formkavität befindliche Metallschaum kühlt durch Abstrahlung und Wärmeleitung rasch ab und verfestigt sich in kurzer Zeit so weit, daß die Form geöffnet und der Teil ausgestoßen werden kann. Nach Einlegen einer neuen Halbzeugscheibe 4 kann der nächste Zyklus gestartet werden.

In der Figur 2 ist eine Variante zu der oben beschriebenen Einrichtung gezeigt: Die Form ist in diesem Beispiel ebenfalls zweiteilig, es ist aber nur die obere Formhälfte 8 aus Glas hergestellt, während die untere Formhälfte 9 aus Metall oder Keramik gefertigt ist. Wesentlich ist hierbei, daß die Materialauswahl so getroffen wird, daß die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Formteile 8 und 9 weitgehend übereinstimmen, so daß es entlang der Teilungsebene 10 zu keinen Relativbewegungen kommt und ein Versatz in der Kontur des Fertigteiles vermieden wird. In die beiden Formhälften ist eine Kavität 11 eingearbeitet, in welcher eine Halbzeugplatte 12 angedeutet ist. In Bohrungen der unteren Formhälfte sind Heizelemente 13 angeordnet, es kann auch erforderlich sein, Kühlkanäle vorzusehen, um eine exakte Temperaturführung dieses Formteiles zu gewährleisten. Zur Temperaturüberwachung dieses Formteiles ist ein Temperaturreißgerät 15 mit einem Sensor 14 vorgesehen. Der oberen Formhälfte 8 liegt ein Infra-Rot-Strahler 16 gegenüber, dessen Strahlung schematisch durch die Pfeile 17 angedeutet ist.

Die Funktion der Einrichtung ist wie folgt: die untere Formhälfte 9 wird auf eine Temperatur aufgeheizt, welche deutlich unter der Schmelztemperatur des Matrixmetalls des Halbzeuges liegt. Nach Schließen der Form durch Aufsetzen der oberen Formhälfte 8 wird der Strahler 16 eingeschaltet. Die intensive Infra-Rot-Strahlung heizt das Halbzeug 12 in kurzer Zeit bis zum Aufschmelzen auf, ohne daß sich die Glasform 8 wesentlich erwärmt. Unmittelbar nach dem Aufschmelzen und damit auch Aufschäumen des Halbzeuges 12 wird die Energiezufuhr zum Strahler 16 unterbrochen. Die Abkühlgeschwindigkeit des Metallschaums in der Formkavität kann durch eine entsprechende Temperaturführung insbes. der unteren Formhälfte 9 beeinflußt werden.

Die Erfindung ist nicht auf die oben angeführten Beispiele beschränkt. Um eine möglichst hohe Absorption der Infra-Rot-Strahlung zu erzielen wird in einer Ausgestaltung der Erfindung die Oberfläche des Halbzeuges zumindest in dem Bereich, welcher in der Form dem für die Strahlung durchlässigen Formteil gegenüberliegt z. B. durch Schwarzanodisieren geschwärzt und vorzugsweise aufgeraut oder mattiert. In einer weiteren Ausführungsform ist eine Prozeß- Regel- bzw. -Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche die von der Strahlungsquelle 5,6 bzw. 16 der Form bzw. dem Halbzeug 4 bzw. 12 zugeführte Energie beeinflußt. Vorteilhaft umfaßt diese Prozeßregleinrichtung einen nicht dargestellten Sensor für das Aufschäumen des Halbzeuges 4 bzw. 12 auf, wobei der Prozeßregler nach Ansprechen des „Schaumsensors“ nach einer definierten Zeitspanne die weitere Energiezufuhr durch Strahlung verringert bzw. unterbricht.

Vorteilhaft ist der für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässige Formteil 1a,1b bzw. 8 aus Glas bzw. Glaskeramik hergestellt, wobei die die Formkavität 3 bzw. 11 bestimmende Seite dieses Formteiles mit einer Schutzschicht versehen ist, die gegen das schmelzflüssige Halbzeug 4 bzw. 12 resistent und für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässig ist. Diese Schutzschicht kann durch Aufdampfen, chemische Beschichtung oder Sputtern mit Metalloxyden, Nichtmetallen oder keramischen Verbindungen z. B. Kohlenstoff oder Bor-Nitrid auf das Glas bzw. die Glaskeramik aufgebracht werden.

In der Ausführungsform gemäß der Figur 2 ist die Form 8,9 im wesentlichen zweiteilig ausgebildet, wobei jeder Formteil eine Seite des Metallschaumteiles definiert und ein Formteil 8 für die Strahlung der Strahlungsquelle 16 durchlässig ist, während der andere Formteil 9 für diese Strahlung undurchlässig ist. Der letztere kann aus einem Metall oder einer Keramik bestehen, wobei die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Formhälften in etwa übereinstimmen sollen.

Vorteilhaft weist der zweite Formteil 9, welcher für die Strahlung der Strahlungsquelle 16 undurchlässig ist, eine Heizung 13 zur Regulierung des Wärmehaushaltes auf.

Besonders günstige Betriebsergebnisse werden mit Strahlungsquellen 5,6 bzw. 16 erzielt, die ihr Emissionsmaximum im Bereich von 800 bis 3000, vorzugsweise im Bereich von 800 bis 1200 Nanometer aufweisen.

In einer weiteren, in der Zeichnung nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung ist die Form von einem dichten Gehäuse umschlossen, welches für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässige Fenster aufweist, die einerseits der Strahlungsquelle und andererseits den für die Strahlung durchlässigen Formteilen gegenüber liegen, wobei das Gehäuse mit einer Vakuumpumpe oder dgl. verbunden ist. Mit Hilfe der Vakuumpumpe kann eine Entlüftung der Form erzielt und der Druck im Forminneren reduziert werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen von Metallschaumteilen nach dem pulver-metallurgischem Verfahren, gemäß welchem ein Pulver eines Matrixmetalls, zB. Aluminium mit einem Treibmittelpulver, zB. Titanhydrid gemischt und anschließend, zum Beispiel durch kalt-isostatisches Pressen (CIPen), kompaktiert und durch Strangpressen, Walzen od. dgl. weiter verdichtet und zu einem vorzugsweise dünnwandigen, flächigen oder rohrförmigen Halbzeug umgeformt wird, welches Halbzeug schließlich, insbes. in einer Form, durch Erwärmen des Halbzeuges auf die Schmelztemperatur des Matrixmetalles und Dissoziation des Treibmittels zum Aufschäumen gebracht wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

das Halbzeug in eine Form eingebracht wird, die zumindest teilweise aus einem Material besteht, welches für kurzwellige elektromagnetische Wellen, insbes. Infrarotstrahlung nahe dem sichtbaren Bereich gut durchlässig ist, worauf die das Halbzeug enthaltende Form im Strahlungsbereich einer Strahlungsquelle angeordnet und so positioniert wird, daß sich das Halbzeug im wesentlichen in dem Bereich der Form befindet, in welchem diese für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässig ist, daß in einem weiteren Verfahrensschritt die Strahlungsquelle aktiviert und das Halbzeuges auf Schmelztemperatur des Matrixmetalls erhitzt und das Halbzeug aufgeschäumt wird, daß nach einer definierten Zeitspanne die weitere Energiezufuhr zur Strahlungsquelle verringert bzw. unterbrochen wird und daß der Metallschaum durch Wärmeabfuhr, insbes. an die Form und über Abstrahlung durch die Infrarotdurchlässige Form abgekühlt wird und nach dem Erstarren der Schaumteil der Form entnommen wird.

2. Verfahren zum Herstellen von Metallschaumteilen nach Patentanspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Oberfläche des Halbzeuges zumindest in dem Bereich, welcher in der Form dem für die Strahlung durchlässigen Formteil gegenüberliegt z. B durch Schwarzanodisieren geschwärzt und vorzugsweise aufgeraut oder mattiert wird.

3. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach einem Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 1 oder 2

dadurch gekennzeichnet, daß

eine Strahlungsquelle (5,6 bzw. 16) für kurzwellige elektromagnetische Wellen, insbes. für Infrarot-Strahlung nahe dem sichtbaren Bereich, vorgesehen ist, welche der Form (1a,1b bzw.8,9) unmittelbar gegenüberliegt wobei die Form (1a,1b bzw. 8) zumindest teilweise aus einem Material hergestellt ist, welches für die Strahlung der Strahlungsquelle gut durchlässig ist und das Halbzeug (4 bzw. 12) im wesentlichen in dem Bereich der Form angeordnet ist, in welchem diese für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässig ist und vorzugsweise so orientiert ist, daß seine größte projizierende Fläche im wesentlichen normal auf die Strahlungsrichtung der Strahlungsquelle gerichtet ist und daß ferner eine Prozeß- Regel- bzw. -Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche die von der

Strahlungsquelle (5,6 bzw. 16) der Form bzw. dem Halbzeug (4 bzw. 12) zugeführte Energie beeinflusst und die einen Sensor für das Aufschäumen des Halbzeuges (4 bzw. 12) umfaßt, wobei der Prozeßregler nach Ansprechen des „Schaumsensors“ nach einer definierten Zeitspanne die weitere Energiezufuhr durch Strahlung verringert bzw. unterbricht.

4. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach Patentanspruch 3

dadurch gekennzeichnet, daß

der für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässige Formteil (1a,1b bzw. 8) aus Glas bzw. Glaskeramik besteht, wobei vorzugsweise die die Formkavität (3 bzw. 11) bestimmende Seite dieses Formteiles mit einer Schutzschicht versehen ist, die gegen das schmelzflüssige Halbzeug (4 bzw. 12) resistent und für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässig ist.

5. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach Patentanspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

der aus Glas bzw. Glaskeramik bestehende Formteil, vorzugsweise durch Aufdampfen, chemische Beschichtung oder Sputtern mit Metalloxyden, Nichtmetallen oder keramischen Verbindungen z.B. Kohlenstoff oder Bor-Nitrid beschichtet ist.

6. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach einem der Patentansprüche 3 bis 5

dadurch gekennzeichnet, daß

die Form (8,9) im wesentlichen zweiteilig ausgebildet ist, wobei jeder Formteil eine Seite des Metallschaumteiles definiert und ein Formteil (8) für die Strahlung der Strahlungsquelle (16) durchlässig ist, während der andere Formteil (9) für diese Strahlung undurchlässig ist und vorzugsweise aus einem Metall oder einer Keramik besteht dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient dem des Materials des ersten Formteiles entspricht. (Fig. 2).

7. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach Patentanspruch 6

dadurch gekennzeichnet, daß

der zweite Formteil (9), welcher für die Strahlung der Strahlungsquelle (16) undurchlässig ist, eine Heizung (13) zur Regulierung des Wärmehaushaltes aufweist.

8. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach Patentanspruch 3

dadurch gekennzeichnet, daß

die Strahlungsquelle (5,6 bzw. 16) ihr Emissionsmaximum im Bereich von 800 bis 3000, vorzugsweise im Bereich von 800 bis 1200 Nanometer aufweist.

9. Vorrichtung zum Herstellen von Metallschaumteilen nach einem der Patentansprüche 3 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Form von einem dichten Gehäuse umschlossen ist, welches für die Strahlung der Strahlungsquelle durchlässige Fenster aufweist, die einerseits der Strahlungsquelle und andererseits den für die Strahlung durchlässigen Formteilen gegenüber liegen, wobei das Gehäuse mit einer Vakuumpumpe oder dgl. verbunden ist, welche der Entlüftung der Form und dem Absenken des Gasdruckes in derselben dient.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

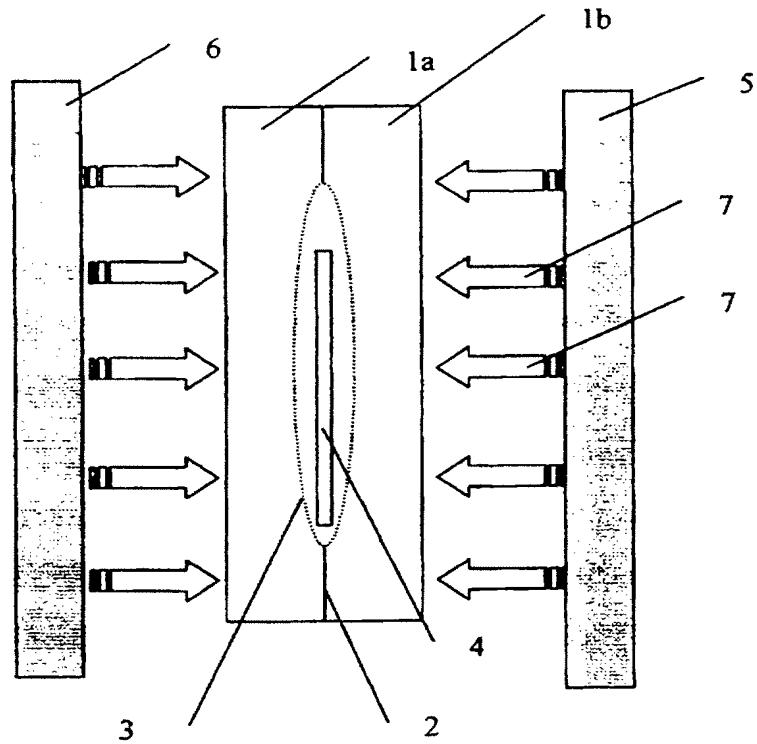


FIG. 2

